

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 8 月 22 日 (22.08.2002)

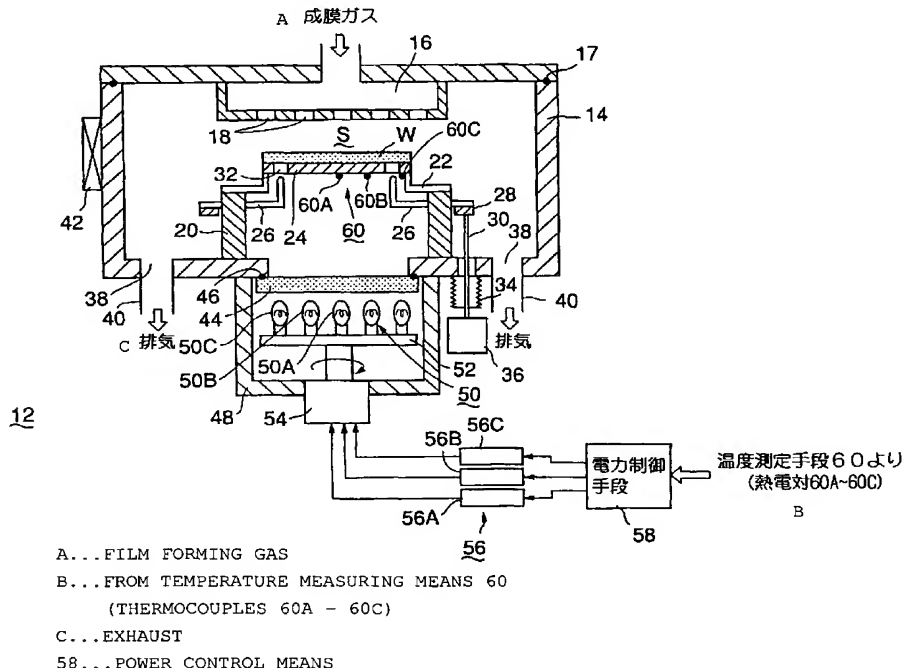
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/065521 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/26
(21) 国際出願番号: PCT/JP02/01380
(22) 国際出願日: 2002 年 2 月 18 日 (18.02.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2001-40570 2001 年 2 月 16 日 (16.02.2001) JP
特願2001-175354 2001 年 6 月 11 日 (11.06.2001) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 河西 繁 (KASAI, Shigeru) [JP/JP]; 〒407-0192 山梨県 韮崎市 穂坂町
(74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): KR, US.
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
添付公開書類:
— 国際調査報告書
2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SHEET-TYPE TREATING DEVICE

(54) 発明の名称: 枚葉式の処理装置



(57) Abstract: The invention relates to a heat treating method comprising the steps of mounting work on a mounting block installed in a treating vessel capable of vacuum drawing, increasing the temperature of the work to a predetermined temperature. It is arranged that in at least a part of the temperature increasing step, the temperature of the work is increased while maintaining a temperature distribution such that the temperature of the work is high in the central portion and low in the peripheral edge.





(57) 要約:

本発明は、真空引き可能な処理容器内に設置された載置台に被処理体を載置する載置工程と、前記被処理体を所定の温度にまで昇温する昇温工程と、を備えた熱処理方法に関する。前記昇温工程の少なくとも一部において、前記被処理体は、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布が維持された状態で、昇温されるようになっている。

明 細 書

枚葉式の処理装置

技 術 分 野

本発明は、半導体ウエハ等に対して、1枚ずつ、成膜やアニール等の熱処理を施すことができる熱処理装置に関する。

背 景 技 術

一般に、所望の半導体集積回路を製造するには、半導体ウエハ等の基板に、成膜処理、エッチング処理、酸化拡散処理、アニール改質処理等の各種の熱処理が繰り返し行われる。

このような熱処理を行うための枚葉式の熱処理装置の一例を説明する。図11は、従来の熱処理装置の一例を示す概略構成図、図12は、載置台上における半導体ウエハの反り返り状態を示す模式図である。

図11に示す熱処理装置は、真空引き可能になされた処理容器2を有している。処理容器2の内部に、半導体ウエハWを載置するための載置台4が設けられている。処理容器2の天井部には、処理ガスを導入するためのシャワーヘッド6が設けられている。そして、処理容器2の底部の下方には、加熱手段としての複数の加熱ランプ8が設けられている。この加熱ランプ8から放射される熱線が、処理容器2の底部に設けられた例えば石英製の透過窓10を介して載置台4に照射される。これにより、ウエハWが加熱昇温され、所定の温度にて所望の熱処理が行われる。

発 明 の 要 旨

ところで、半導体ウエハの処理においては、生産性すなわちスループットを向上させるために、ウエハ温度を所定のプロセス温度までできるだけ高速で昇温させるようになっている。直径が比較的小さな例えば6インチサイズのウエハの場合には、急速昇温を行ってもそれ程問題は生じなかった。しかし、ウエハサイズ

が 8 インチ、12 インチへと大きくなるに従って、図 12 に示すように、昇温時に半導体ウエハ W 自体の周縁部が上方へ反り返って変形してしまう、といった問題があった。この反り返りは、載置台 4 と接触するウエハ裏面側の熱膨張量がウエハ表面側のそれよりも大きくなることに起因している。このようなウエハの反り返りの現象は、12 インチ (30 cm) のウエハの場合には特に大きく、プロセス温度にもよるが周縁部の反り返り高さ H が 3 mm 程度まで達する場合もあった。

このように昇温時にウエハが反り返る理由は、図 16 の Si ウエハの熱膨張率のグラフに示すように、室温から例えば 327℃ 程度までの熱膨張率がそれ以上の温度領域における熱膨張率よりもかなり大きいことによる。

ウエハの反り返りが生じると、ウエハの搬送時に搬送エラーが生じ得る。或いは、この状態で薄膜を堆積させると、膜ストレスが大きくなって膜剥がれが生じ易くなる。

本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、スループットの低下を生ずることなく、被処理体の昇温時に被処理体の反り返り変形が発生することを防止することが可能な熱処理方法及び熱処理装置を提供することにある。

本発明は、真空引き可能な処理容器内に設置された載置台に被処理体を載置する載置工程と、前記被処理体を所定の温度にまで昇温する昇温工程と、を備えた熱処理方法であって、前記昇温工程の少なくとも一部において、前記被処理体は、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布が維持された状態で、昇温されるようになっていることを特徴とする熱処理方法である。

本発明によれば、被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布が維持された状態で被処理体が昇温されるので、被処理体に反り返り変形が発生することが防止され得る。従って、薄膜の剥離や被処理体の搬送ミスの発生を防止することが可能となる。

好ましくは、前記昇温工程の少なくとも一部において、前記被処理体は、前記被処理体の中央部から周縁部への熱移動速度よりも遅い昇温速度で、昇温されるようになっている。

また、好ましくは、前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度である。

また、本発明は、真空引き可能な処理容器内に設置された載置台に被処理体を載置する載置工程と、前記被処理体を所定の温度にまで昇温する昇温工程と、を備えた熱処理方法において、前記昇温工程の少なくとも一部において、前記処理容器内の圧力は、粘性流以下の圧力に設定されていることを特徴とする熱処理方法である。

本発明によれば、昇温時に処理容器内の圧力が粘性流以下の圧力に設定されるため、輻射が熱伝達の主体となり、載置台から被処理体への熱移動の速度を遅くすることができる。このため、被処理体に反り返り変形が発生することが防止され得る。従って、薄膜の剥離や被処理体の搬送ミスの発生を防止することが可能となる。

好ましくは、前記粘性流以下の圧力は、 133 Pa (1 Torr) 以下の圧力である。

また、好ましくは、前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度である。

また、本発明は、真空引き可能な処理容器と、前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、前記被処理体を同心円状に区分した各ゾーンを個別に加熱する複数のゾーン加熱部と、各ゾーン加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、前記被処理体の各ゾーンの少なくとも1つに対応して設けられた温度測定手段と、前記温度測定手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

あるいは、本発明は、真空引き可能な処理容器と、前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、前記被処理体を所定の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御

する電力制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

あるいは、本発明は、真空引き可能な処理容器と、前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、前記被処理体を同心円状の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、前記被処理体の少なくとも 1 箇所に対応して設けられた温度測定手段と、前記温度測定手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

あるいは、本発明は、真空引き可能な処理容器と、前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、前記被処理体を同心円状に区分した各ゾーンを個別に加熱する複数のゾーン加熱部と、各ゾーン加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、前記電力供給手段による各ゾーン加熱部へ供給されるパワー、または、各ゾーン加熱部から放出されるパワー、を検出するパワー検出手段と、前記パワー検出手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

あるいは、本発明は、真空引き可能な処理容器と、前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、前記被処理体を同心円状の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、前記電力供給手段による前記加熱部へ供給されるパワー、または、前記加熱部から放出されるパワー、を検出するパワー検出手段と、前記パワー検出手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。

好ましくは、前記パワー検出手段は、電流検出器、電圧検出器及び光量検出器のうちの少なくともいずれかを含む。

また、好ましくは、前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度である。特に好ましくは、前記所定の温度は、300℃以上の温度である。

また、好ましくは、前記電力制御手段は、前記被処理体が前記被処理体の中央部から周縁部への熱移動速度よりも遅い昇温速度で昇温されるように、前記電力供給手段を制御可能となっている。

また、好ましくは、前記電力制御手段は、操作量を制限するためのリミッタ部を含んでいる。

この場合、更に好ましくは、前記リミッタ部は、前記被処理体の昇温時に、操作量が飽和しないように、固定的なりミッタ定数で、前記操作量にリミッタ処理を施すようになっている。あるいは、前記リミッタ部は、前記被処理体の昇温時に、操作量が飽和しないように、可変的なりミッタ値で、前記操作量にリミッタ処理を施すようになっている。

また、好ましくは、前記電力制御手段は、各ゾーン加熱部への操作量を制限するための複数のリミッタ部を含んでおり、各リミッタ部は、いずれかのゾーン加熱部への操作量が飽和した時に、他のゾーン加熱部への操作量にリミッタ処理を施すようになっている。この場合、更に好ましくは、前記リミッタ処理において用いられるリミッタ値は、飽和したゾーン加熱部に対する操作量と、当該ゾーン加熱部の飽和操作量と、の比に基づいて決定されるようになっている。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る処理装置の一実施例を示す断面図である。

図2は、載置台を加熱する加熱手段の制御系を示す構成図である。

図3は、被処理体の昇温時の温度分布の変移の一例を示す模式図である。

図4は、本発明に係る処理装置の変形例の電力制御手段の制御系の一例を示すブロック図である。

図5は、本発明に係る処理装置の他の変形例の電力制御手段の制御系の一例を示すブロック図である。

図6は、パワー検出手段として各電力供給部からの出力電流を検出する電流検

出器を設けた状態を示す図である。

図 7 は、パワー検出手段として各電力供給部からの出力電圧を検出する電圧検出器を設けた状態を示す図である。

図 8 は、パワー検出手段として各ゾーンに対応させて光量検出器を設けて各加熱ランプからの熱線の光量を検出するようにした状態を示す図。

図 9 は、従来方法と本発明方法とによる被処理体の昇温時の熱移動の状態を示す図である。

図 10 は、加熱手段の変形例の加熱ランプを示す平面図である。

図 11 は、従来の熱処理装置の一例を示す概略構成図である。

図 12 は、載置台上における半導体ウエハの反り返り状態を示す模式図である。

図 13 は、本発明に係る処理装置の他の変形例の電力制御手段の制御系の一例を示すブロック図である。

図 14 は、本発明に係る処理装置の他の変形例の電力制御手段の制御系の一例を示すブロック図である。

図 15 は、本発明に係る処理装置の他の変形例の電力制御手段の制御系の一例を示すブロック図である。

図 16 は、シリコンの熱膨張率と温度との関係を示すグラフである。

図 17 は、パワー検出手段として各ゾーンに対応させて光量検出器を設けて反射光量等を検出するようにした状態を示す図。

図 18 は、図 10 の加熱ランプの変形例を示す平面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明に係る処理装置の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

図 1 は、本発明に係る処理装置を示す断面構成図、図 2 は、載置台を加熱する加熱手段の制御系を示す構成図、図 3 は、被処理体の昇温時の温度分布の変移の一例を示す模式図である。ここでは、処理装置として枚葉式の成膜装置を例にとって説明する。

図 1 に示すように、成膜装置 12 は、例えば略円筒形状のアルミニウム製の処理容器 14 を有している。この処理容器 14 内の天井部には、シャワーヘッド部

16がOリング等のシール部材17を介して設けられている。シャワーヘッド部16の下面には多数のガス噴射口18が設けられている。これにより、流量制御された処理ガス例えば各種の成膜ガスが、多数のガス噴射口18から処理空間Sに向けて噴射されるようになっている。

処理容器14内には、処理容器底部より起立する円筒状のリフレクタ20が設けられている。当該リフレクタ20上に、例えばL字状の3本の保持部材22

(図1では2本のみ記す)を介して、被処理体としての半導体ウエハWを載置するための載置台24が設けられている。リフレクタ20は、アルミニウムで構成されている。保持部材22は、熱線透過性の材料、例えば石英により構成されている。また、載置台24は、厚さ1mm程度であって、例えばカーボン素材あるいはAlNなどのセラミック等により構成されている。

載置台24の下方には、複数本例えば3本のL字状のリフトピン26(図示例では2本のみ記す)が上方へ起立するように設けられている。各リフトピン26の基部は、リフレクタ20を外側に上下移動可能に貫通して、リング部材28に共通に接続されている。リング部材28は、処理容器底部を貫通する押し上げ棒30により上下動可能となっている。これにより、上記リフトピン26の先端が、載置台24に設けられた貫通リフトピン穴32に挿通されて、ウエハWを持ち上げ得るようになっている。

押し上げ棒30の下方部と容器底部の下面との間には、処理容器14内部の気密状態を保持するために、伸縮可能なベローズ34が介設されている。押し上げ棒30の下端は、アクチュエータ36に接続されている。

処理容器14の底部の周縁部には、排気口38が設けられている。この排気口38には、図示しない真空ポンプに接続された排気通路40が接続されている。これにより、処理容器14内が所定の真空度に維持され得るようになっている。また、処理容器14の側壁には、ウエハを搬出入する際に開閉されるゲートバルブ42が設けられている。

載置台24の直下の処理容器底部には、石英等の熱線透過材料よりなる透過窓44が、Oリング等のシール部材46を介して気密に設けられている。透過窓の下方には、当該透過窓44を囲むように、箱状の加熱室48が設けられている。

この加熱室 4 8 内では、例えば複数の加熱ランプよりなる加熱手段 5 0 が、反射鏡も兼ねる回転台 5 2 に取り付けられている。この回転台 5 2 は、回転軸を介して、加熱室 4 8 の底部に設けられた回転モータ 5 4 により回転される。この加熱手段 5 0 より放出された熱線は、透過窓 4 4 を透過して、載置台 2 4 の下面を照射する。これにより、載置台 2 4 が加熱され得るようになっている。

そして、上記加熱手段 5 0 は、これに電力を供給するための電力供給手段 5 6 に接続されている。この電力供給手段 5 6 は、例えばマイクロコンピュータ等よりなる電力制御手段 5 8 により制御される。

一方、図 1 及び図 2 に示すように、上記載置台 2 4 の裏面側には、この部分の温度を測定する温度測定手段 6 0 が設けられている。温度測定手段 6 0 は、例えば熱電対よりなる。温度測定手段 6 0 の測定値は、上記電力制御手段 5 8 へ供給されるようになっている。

ここでは、載置台 2 4 は、同心円状に複数例えば 3 つのゾーン 2 4 A、2 4 B、2 4 C に区分されている。そして、上記各ゾーン 2 4 A～2 4 C に対応させて、温度測定手段 6 0 としての熱電対 6 0 A、6 0 B、6 0 C がそれぞれ設置されている。

また、載置台 2 4 の各ゾーン 2 4 A～2 4 C に対応させて、加熱手段 5 0 を形成する複数の加熱ランプが、3 つの加熱ランプ群（ゾーン加熱部）5 0 A、5 0 B、5 0 C に区分されている。従って、内周の加熱ランプ 5 0 A は内周のゾーン 2 4 A を、中周の加熱ランプ 5 0 B は中周のゾーン 2 4 B を、外周の加熱ランプ 5 0 C は外周のゾーン 2 4 C を、それぞれ主として照射するようになっている。そして、電力供給手段 5 6 は、上記 3 つの各ランプ群 5 0 A～5 0 C に接続される 3 つの電力供給部 5 6 A、5 6 B、5 6 C を有している。これにより、供給電力が各ランプ群 5 0 A～5 0 C 毎に個別に制御され得るようになっている。そして、本発明の特徴として、半導体ウエハ W の昇温時には、電力制御手段 5 8 によって、ウエハ W の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低くなるような温度分布を持たせた状態でウエハ W を所定の温度まで昇温し得るようになっている。

次に、以上のように構成された装置を用いて行われる本発明の方法について説明する。

まず、処理容器 1 4 の側壁に設けられたゲートバルブ 4 2 が開いて、図示しない搬送アームにより処理容器 1 4 内にウエハ W が搬入される。一方、リフトピン 2 6 が押し上げ棒 3 0 を介して押し上げられて、載置台 2 4 から突出する。ウエハ W は、突出するリフトピン 2 6 上に受け渡される。そして、リフトピン 2 6 が降下することによって、ウエハ W が載置台 2 4 上に載置される。

次に、図示しない処理ガス源から、処理ガスとしての所定の成膜ガスが、シャワーヘッド部 1 6 へ所定量ずつ供給される。成膜ガスは、ガス噴射口 1 8 から処理容器 1 4 内へ略均等に供給される。これと同時に、排気口 3 8 から内部雰囲気吸引排気されて、処理容器 1 4 内が所定の真空度、例えば 6 0 0 P a 程度に設定される。さらに、載置台 2 4 の下方に位置する加熱手段 5 0 の各加熱ランプ群 5 0 A ~ 5 0 C が、回転モータ 5 4 によって回転されながら駆動し、熱エネルギーを放射する。

放射された熱線は、透過窓 4 4 を透過した後、載置台 2 4 の裏面を照射してこれを加熱する。この載置台 2 4 は、前述のように 1 mm 程度と非常に薄いことから、迅速に加熱される。従って、この上に載置してあるウエハ W も、迅速に所定の温度、例えば 5 5 0 °C 程度、まで加熱され得る。供給された成膜ガスは、所定の化学反応を生じて、薄膜がウエハ表面の全面に堆積して形成されることになる。

ここで、従来方法により半導体ウエハ W を昇温する時には、ウエハ全面が均一な温度で昇温される。このため、図 9 (A) で示すように、熱がウエハ裏面から表面へと移動して、ウエハ表裏面間の温度差が大きくなってしまう。

一方、本発明方法により半導体ウエハ W を昇温する時には、ウエハの中央部が高くなって周縁部で低くなるような温度分布でウエハが昇温される。このため、図 9 (B) に示すように、熱の移動に関して、ウエハ裏面から表面に向かう成分と、ウエハ中心から周縁に向かう成分とができ、結果としてウエハ表裏面間の温度差が小さくなる。

さらに詳しくは、本発明方法においては、図 3 に示すような温度分布で、ウエハ W を所定の温度まで昇温することが好ましい。

すなわち、載置台 2 4 の各ゾーン 2 4 A ~ 2 4 C 毎に設けられた各熱電対 6 0 A ~ 6 0 C の検出値が、電力制御手段 5 8 へ入力される。これらの検出値に基づ

いて、電力供給手段56の各電力供給部56A～56Cが制御される。これにより、各ゾーン毎の加熱ランプ群50A～50Cの電力供給量が決定される。この時、図3に示すような載置台24の温度分布が維持されるように、各加熱ランプ群50A～50Cへの電力供給量は当然のこととしてフィードバック制御されている。

図3においては、時間の経過はグラフ中の下方より上方へ向かって表されている。図3には、所定の時間間隔毎の温度分布の推移が示されている。図3に示すように、載置台24の中央部と周縁部との間の温度差は、略 Δt ℃となっていて、中央部の温度が高い凸状の温度分布が形成されている。この温度分布状態が維持されたまま、ウエハ全体の温度が上昇して行く。そして、ウエハ中央部の温度が設定値である550℃に略到達したならば、周縁部のみの昇温操作がある程度の時間だけ更に続行される。これにより、ウエハWの全体の温度が設定値である550℃に設定される。

この場合、上記温度差 Δt ℃は、ウエハWの直径や目標温度の設定値にもよるが、ウエハWが300mm（12インチ）サイズの際は例えば10～30℃程度である。

また、上記昇温過程において、ウエハ中央部の温度が反り安全温度、例えば300～350℃に達したならば、その後は均一な温度分布（凸状でなくフラットな温度分布）で昇温しても良い。この理由は、この反り安全温度以上の温度領域では、室温程度の温度領域と比較して、ウエハの構成材料の熱膨張率が小さく、そのために、反り返り変形の応力が反り安全温度以上の領域では緩和するからである。この場合には、ウエハの昇温速度を少し高めることができる。ここで、反り安全温度とは、フラットな温度分布で昇温してもウエハWに反り返り変形が生じない温度帯域をいう。

また、ここで重要な点は、図3に示すように、半導体ウエハWの昇温速度V1を、ウエハの中央部から周縁部への熱の熱移動速度V2よりも遅く設定している点である。昇温速度V1が熱移動速度V2よりも早過ぎると、ウエハWの裏面から表面へ向かう熱の移動成分が増加する。従って、ウエハWの表面と裏面との間の熱膨張差が大きくなって、ウエハに反り返りの変形が発生し得る。しかしなが

ら、本実施例のように、ウエハWの中央部と周縁部との間の温度差を Δt °C程度に維持したまま昇温し、昇温速度V1を熱移動速度V2よりも遅くなるように設定すれば、ウエハに反り返り変形が生ずることなく、しかもスループットを低下させることもなく、これを昇温することが可能である。

ここで、載置台の熱応力による破損防止及びウエハの反り返り変形防止という見地から、 Δt °Cは10 °C～30 °C程度の範囲であることが望ましい。

この場合、ウエハWの昇温速度V1は、ウエハに反り返り変形が生ぜずしかもそれ程スループットを低下させない速度として、例えば10 °C/sec程度に設定され得る。

また、ウエハ昇温時の処理容器14内の圧力は、ウエハWと載置台24との間の熱伝導性を比較的良好に維持するために、前述のようにプロセス圧力よりも高い600 Pa程度に設定されているが、これに限定されない。

また、上記実施例では、載置台24の各ゾーン毎に個別に加熱ランプ群が設けられているが、これに限定されない。所望の温度分布が得られるならば、ゾーン毎に加熱ランプを設ける必要はなく、設けられる加熱ランプの数はゾーン数より少なくてもよい。例えば1個の加熱ランプのみが設けられても良い。

また、上記実施例では、載置台24の各ゾーン24A～24C毎に熱電対60A～60Cが設けられているが、これに限定されない。例えば、温度分布を検出するために、2つのみの熱電対が設けられ得る。例えば内周ゾーン24Aと外周ゾーン24Cとに、それぞれ熱電対60A、60Cが設けられ得る。この場合、温度制御に用いるための中周ゾーン24Bの温度として、上記2つの熱電対60A、60Cによる各検出値の例えば中間値が利用され得る。

また、あるゾーンに熱電対が1つだけ設けられる場合、他のゾーンに関しては、図3に示したような温度分布を生ずるように、予め定めた比率で各ゾーンに電力が投入され得る。図4は、このような方法に基づいて制御される電力制御手段58の制御系の一例を示すブロック図である。この場合、例えば内周ゾーン24Aのみに熱電対60Aが設けられ、他のゾーン24B、24Cには熱電対が設けられていない。

図4において、比較部62が、設定温度の値と熱電対60Aからの計測値とを

比較して、偏差を出力する。制御部 6 4 が、上記比較部 6 2 からの偏差に基づいて、制御量を決定する。そして、制御部 6 4 から出力された 1 つの操作量に対して、各ゾーン毎に対応して可変のゲイン定数 K_1 、 K_2 、 K_3 が乗算される。乗算の各結果が、各電力供給部 5 6 A～5 6 C へそれぞれ出力される。ここで、例えば内周ゾーン 2 4 A に対応するゲイン K_1 が” 1 ” と設定されると、他のゲイン定数 K_2 、 K_3 は、前述した図 3 に示すような温度分布を形成するように、それぞれ” 1 ” 以下の数値に予め設定される。そして、熱電対 6 0 A の検出値が目標値である設定温度に達したならば、他のゲイン定数 K_2 、 K_3 も順次” 1 ” に向かって変化して行く。これにより、最終的に、ウエハ全面の温度が設定温度に維持され得る。

また、図 5 に示すように、各ゲイン定数 K_1 、 K_2 、 K_3 による乗算結果の出力操作量に対して、” 1 ” より小さい正数、例えば” 0.7 ” 等のリミッタ定数 L_C を共通に乗算して（固定的）、ウエハ昇温時に操作量が飽和しないように設定してもよい。これは、電力供給部 5 6 A～5 6 C の増幅器の出力が飽和することを防止するために有効である。あるいは、図 5 に示す場合において、ゲイン定数 K_1 の入力操作量 U_1 に対してこの出力操作量が $U_{1\text{ sus}}$ に飽和したならば、飽和率 $K_1 = U_{1\text{ sus}} / U_1$ を求め、この飽和率 K_1 をリミッタ値 L_C （可変的）として他の加熱ランプ 5 0 B、5 0 C に対する操作量にかけてもよい。

また、図 2 に示す装置の場合、各ゾーン 2 4 A～2 4 C の温度が直接的に測定されるが、これに限定されない。例えば、各ゾーン 2 4 A～2 4 C に対応する各ゾーン加熱部（加熱ランプ）5 0 A～5 0 C へ投入されるパワーや各ゾーン 2 4 A～2 4 C から放出されるパワーを検出するパワー検出手段を設け、このパワー検出手段の各検出値に基づいて、電力を制御するようにしてもよい。

図 6 は、パワー検出手段として、各電力供給部 5 6 A～5 6 C からの出力電流を検出する電流検出器 6 6 A、6 6 B、6 6 C が設けられた場合を示している。図 7 は、パワー検出手段として、各電力供給部 5 6 A～5 6 C からの出力電圧を検出する電圧検出器 6 8 A、6 8 B、6 8 C が設けられた場合を示している。

そして、検出された出力電流或いは出力電圧に基づいて、電力制御手段 5 8 は、各加熱ランプ 5 0 A～5 0 C への供給電力を制御することになる。

また、図8に示すように、パワー検出手段として、各ゾーン24A～24Cに対応させて載置台まで延ばされた光ファイバ等を有する光量検出器70A、70B、70Cが設けられる場合には、各加熱ランプ50A～50Cからの熱線の光量が検出され得る。あるいは、光量検出器70A～70Cは、図17に示されるように、各ゾーン24A～24Cからの反射光量を検出したり、各ゾーン24A～24Cから放射される赤外線光等を検出するようになっていてもよい。これらの場合、光量検出器70A～70Cの検出値に基づいて、電力制御手段58は、各加熱ランプ50A～50Cへの供給電力を制御することになる。

従って、図6乃至図8に示す各装置の場合にも、ウエハWの中央部と周縁部との間の温度差を Δt °C程度に維持したままウエハを昇温することにより、ウエハに反り返り変形を生ずることなく、しかも、スループットを低下させることもなく、これを昇温することが可能となる。

尚、載置台24の温度を直接的に測定するために、少なくとも1つの熱電対が設けられていることが好ましい。図6乃至図8においては、内周ゾーン24Aに対応した熱電対60Aが設けられている。

以上説明した本実施の形態では、載置台24に図3に示すような温度分布を実現するために、各ゾーン24A～24C毎に投入する電力が制御されている。この操作方法に加えて、或いは、この操作方法を行なわないで、ウエハ昇温時に処理容器14内の圧力を粘性流以下の圧力まで低下させるようにしてもよい。実際には、粘性流以下の圧力とは、133Pa (1 Torr) 以下の圧力を指し、分子流の領域の圧力である。

これにより、載置台24とウエハWとの間の熱移動は、伝導と輻射とが支配的となって、対流による熱移動がほとんどなくなる。このため、両者の熱伝達が少し抑制されることになる。この結果、ウエハの昇温速度自体が抑制されて遅くなると共に、ウエハ中心から周縁に向かう熱の移動成分が増加するので、その分、ウエハの表面と裏面との間の温度差が少なくなる。従って、ウエハ自体に反り返りによる変形が発生することを防止することができる。

また、上記実施の形態では、加熱手段として、点光源よりなる加熱ランプが用いられているが、これに限定されない。例えば、フィラメント等をコイル状に巻

回してなる線光源ランプが用いられ得る。この場合、例えば図10に示すように、フィラメント90をコイル状に巻回した線状加熱ランプ92が複数本、例えば4本放射状に配置され得る。ここで、フィラメント90は、高密度部分92A、中密度部分92B及び低密度部分92Cを順に形成するように巻回されている。そして、各線状加熱ランプ92を、その高密度部分92Aが回転台52の中心側に位置するように配置すれば、図3に示すようなゾーン状の温度分布を得ることができる。

更にまた、例えば図18に示すように、フィラメント90をコイル状に巻回した線状加熱ランプ92、93が複数本、例えば4本放射状に配置され得る。そして、各線状加熱ランプ92を、その高密度部分92Aが回転台52の中心側に位置するように配置する一方、各線状加熱ランプ93を、その低密度部分92Cが回転台52の中心側に位置するように配置する。これによれば、線状加熱ランプ92の点灯によって、図3に示すようなゾーン状の温度分布での昇温が可能である。そして、所定の温度に達した後、線状加熱ランプ93も点灯することによって、均一な温度分布での昇温が可能である。

尚、上記実施の形態では、載置台24が3つのゾーンに区分されているが、区分数は2以上の任意の数であり得る。また、上記実施の形態では、載置台24が同心円状のゾーンに区分されているが、これに限定されない。載置台は、例えば、複数の円形スポット状のゾーンに区分され得る。また、加熱手段としては、加熱ランプに限定されず、載置台に埋め込んで設けられ得る抵抗加熱ヒータであってもよい。

更に、本発明は、成膜装置のみならず、エッチング処理、酸化拡散処理、アニール改質処理等にも適用することができる。

また、上記実施の形態では、被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用できる。

次に、図13を用いて、本発明の他の実施の形態について説明する。図13は、本実施の形態の電力制御手段58の制御系の一例を示すブロック図である。図13に示す電力制御手段58には、各ゾーンの操作量を制限するために、リミッタ部LIM1、LIM2、LIM3が設けられている。

以下、本実施の形態に関して、上記した実施の形態と異なる部分のみが説明され、同一の部分の説明は省略される。

図13において、各ゾーンに対応した比較部62A、62B、62Cが、各ゾーンの設定温度の値と各熱電対60A～60Cからの計測値とをそれぞれ比較して、偏差を出力する。制御部64が、上記比較部62A～62Cからの偏差に基づいて制御計算を行って、各操作量 U_1 、 U_2 、 U_3 を求める。そして、制御部64から出力された各操作量 $U_1 \sim U_3$ に対して、各ゾーン毎に対応して可変のゲイン定数 K_1 、 K_2 、 K_3 が乗算される。そして、ゲイン乗算後の出力に、各リミッタ部LIM1～LIM3にて予め定められた各リミッタ定数 $LC_1 \sim LC_3$ によりリミッタをかけ、その出力が各電力供給部56A～56Cへ出力されるようになっている。すなわち、各リミッタ部LIM1～LIM3は、固定リミッタとして動作する。ここで、例えば内周ゾーン24Aに対応するゲイン K_1 が”1”と設定されると、他のゲイン定数 K_2 、 K_3 は、前述した図3に示すような温度分布を形成するように、それぞれ”1”以下の数値に予め設定される。そして、内周ゾーンの熱電対60Aの検出値が目標値である設定温度に達したならば、他のゲイン定数 K_2 、 K_3 も順次”1”に向かって変化して行く。これにより、最終的に、ウエハ全面の温度が設定温度に維持され得る。

また、各リミッタ部LIM1～LIM3には、”1”以下の正数のリミッタ定数 $LC_1 \sim LC_3$ がそれぞれ設定されている。この値は、例えば $LC_1 = 0.9$ 、 $LC_2 = C_2 \cdot LC_1$ 、 $LC_3 = C_3 \cdot LC_1$ として設定され得る。ここで C_2 及び C_3 は、加熱部全体での電力パワーのバランスが一樣となるように予め定められた平均化定数である。すなわち、 C_j （ j は正の整数）は、各チャネルの操作量が飽和した場合であっても、図3に示すような温度分布を維持できるように、各チャネルの操作量の比率を予めチャネル毎に定めた定数（平均化定数）である。

また、 $LC_1 = 0.9$ の意味するところは、前述の固定的リミッタとは異なり、例えば次のようなものである。すなわち、電力供給部56Aの入力操作量 W_1 があるしきい値以上になると、出力が飽和する。この時のあるしきい値を W_{1sus} とする。そして、リミッタ部LIM1の入力操作量を V_1 、出力操作量を W_1 とすると、 $V_1 < 0.9 \cdot W_{1sus}$ の場合には、リミッタ部出力は $W_1 = V_1$ であ

るが、 $V1 \geq 0.9 \cdot W1_{sus}$ の場合には、リミッタ部出力は $V1$ とは無関係に $0.9 \cdot W1_{sus}$ となる。つまり、ここでいうリミッタ部は、その出力操作量を（リミッタ定数） $\times W1_{sus}$ の値にクランプする機能を有している。このようなリミッタ処理は、他の各リミッタ部 $LIM2$ 、 $LIM3$ においても同様に行われる。

もし一部のゾーンの操作量が飽和すると、供給熱量のバランスが崩れて昇温時の温度分布（図3参照）が維持できなくて崩れてしまい得る。しかしながら、このようにリミッタをかけることにより、昇温速度は僅かに低下するが、図3に示すような温度分布を維持したままウエハを確実に昇温することができる。

このように、固定的なりミッタ定数 $LC1 \sim LC3$ を各操作量にかけることにより、操作量の飽和が発生することを防止し、温度分布の崩れを生ずることなくウエハを可及的に速やかに昇温することができる。

また、上記実施例では、載置台24の各ゾーン24A～24C毎に熱電対60A～60Cが設けられているが、これに限定されない。例えば、温度分布を検出するために、2つのみの熱電対が設けられ得る。例えば内周ゾーン24Aと外周ゾーン24Cとに、それぞれ熱電対60A、60Cが設けられ得る。この場合、温度制御に用いるための中周ゾーン24Bの温度として、上記2つの熱電対60A、60Cによる各検出値の例えば中間値が利用され得る。

また、あるゾーンに熱電対が1つだけ設けられる場合、他のゾーンに関しては、図3に示したような温度分布を生ずるように、予め定めた比率で各ゾーンに電力が投入され得る。図14は、このような制御を行う時のブロック図を示しており、内周ゾーン24Aのみに熱電対60Aを設けた場合を示している。この制御部64は、熱電対60Aの検出値と予め定められた電力比率とに基づいて、中周ゾーン及び外周ゾーンの各操作量 $U2$ 、 $U3$ も演算により決定する。

また、上記実施の形態では、各リミッタ部 $LIM1 \sim LIM3$ において、操作量に対して常時固定的なりミッタ定数 $LC1 \sim LC3$ によりリミッタをかけるようにしているが、これに限定されない。例えば、ウエハの昇温時にいずれか1ゾーンに対応する操作量が飽和した時に、それに対応させて、可変的な制御値を他のゾーンのリミッタ値に乗算して最終的な出力操作量を制限するようにしてもよ

い。すなわち、リミッタ部は、固定リミッタではなく、可変リミッタとして動作してもよい。これにより、操作量が飽和しても、図3に示すような温度分布を維持したままウエハを昇温することができる。

図15は、このような制御を行うための電力制御手段58の制御系の一例を示すブロック図である。

図中の制御部64は、各ゾーンに対応した3つのチャンネルの操作量を演算している。この時、操作量が飽和を起こしたチャンネルを、仮に”i”チャンネルとし、制御計算に基づく LIM_i の入力操作量を V_i 、電力供給部56iが飽和を起こすときの入力操作量を $W_{i_{sus}}$ とする。そして、上記両操作量の比 L_i を以下の式のように定義する。

$$L_i = V_i / W_{i_{sus}}$$

そして、上記比 L_i に基づいて、飽和を起こしていない他のチャンネルのリミッタ値 LC_j が以下の式のように求められ、これが飽和しているチャンネル以外の他のチャンネルのリミッタ部へリミッタ値として送出される。

$$LC_j = (C_j / L_i) \times (V_j / W_{j_{sus}})$$

ここで C_j は、前述したように、各チャンネルの電力パワーが平均化するように予め定められた平均化定数である。

上記制御演算によれば、例えば内周ゾーンのチャンネルの操作量が飽和した場合、各リミッタ値は以下に示す表のようになる。

なお、ここで、 $LC_1 = 1$ とし、各ゾーンにおけるクランプされた出力操作量は、 $(LC_j \times W_{j_{sus}})$ で与えられる。

	リミッタ値 LC_j	リミッタ出力	
		クランプon	クランプoff
内周ゾーン	1	$W_{1_{sus}}$	V_1
中周ゾーン	$(C_2/L_1) \times (V_2/W_{2_{sus}})$	$V_2 \times C_2/L_1$	V_2
外周ゾーン	$(C_3/L_1) \times (V_3/W_{3_{sus}})$	$V_3 \times C_3/L_1$	V_3

つまり、いずれかのゾーンに対応する操作量が操作量飽和を起こした場合には、操作量飽和を起こしていないチャンネルの操作量に対して、操作量飽和を起こしたチャンネルからの情報に基づいて動的に操作量制限がかかる。従って、いずれかのゾーンに対応する操作量が飽和を起こしても、各チャンネルの出力操作量が適切に保たれる。これにより、図3に示すような温度分布をより正確に維持しつつ、ウエハを昇温させることができ、もってウエハに反りが発生することを確実に防止することが可能となる。

また、上記説明において、リミッタの概念として、操作量 W_j をクランプするような概念で説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、固定リミッタの場合、全てのゾーンに一定のリミッタ定数を持ち、入力操作量 V_j に対し出力が飽和しないようにこのリミッタ定数を常に乗算することも可能である。

更に、可変リミッタの場合、いずれかのゾーンで操作量が飽和を起こした時、他のゾーンでは操作量がクランプされるのを待つことなく、すぐに操作量を制限することも可能である。

請 求 の 範 囲

1. 真空引き可能な処理容器内に設置された載置台に被処理体を載置する載置工程と、

前記被処理体を所定の温度にまで昇温する昇温工程と、
を備えた熱処理方法であって、

前記昇温工程の少なくとも一部において、前記被処理体は、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布が維持された状態で、昇温されるようになっている
ことを特徴とする熱処理方法。

2. 前記昇温工程の少なくとも一部において、前記被処理体は、前記被処理体の中央部から周縁部への熱移動速度よりも遅い昇温速度で、昇温されるようになっている
ことを特徴とする請求項 1 に記載の熱処理方法。

3. 前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度である
ことを特徴とする請求項 1 に記載の熱処理方法。

4. 真空引き可能な処理容器内に設置された載置台に被処理体を載置する載置工程と、

前記被処理体を所定の温度にまで昇温する昇温工程と、
を備えた熱処理方法において、

前記昇温工程の少なくとも一部において、前記処理容器内の圧力は、粘性流以下の圧力に設定されている
ことを特徴とする熱処理方法。

5. 前記粘性流以下の圧力は、 133 Pa (1 Torr) 以下の圧力である

ことを特徴とする請求項 4 に記載の熱処理方法。

6. 前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度であることを特徴とする請求項 4 に記載の熱処理方法。

7. 真空引き可能な処理容器と、
前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、
前記被処理体を同心円状に区分した各ゾーンを個別に加熱する複数のゾーン加熱部と、
各ゾーン加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、
前記被処理体の各ゾーンの少なくとも 1 つに対応して設けられた温度測定手段と、
前記温度測定手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、
を備えたことを特徴とする熱処理装置。

8. 真空引き可能な処理容器と、
前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、
前記被処理体を所定の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、
前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、
前記被処理体の中央部の温度が高くて周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、
を備えたことを特徴とする熱処理装置。

9. 真空引き可能な処理容器と、
前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、

前記被処理体を同心円状の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、
前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、
前記被処理体の少なくとも 1 箇所に対応して設けられた温度測定手段と、
前記温度測定手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて
周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温度
にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、
を備えたことを特徴とする熱処理装置。

10. 真空引き可能な処理容器と、
前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、
前記被処理体を同心円状に区分した各ゾーンを個別に加熱する複数のゾーン加
熱部と、
各ゾーン加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、
前記電力供給手段による各ゾーン加熱部へ供給されるパワー、または、各ゾ
ン加熱部から放出されるパワー、を検出するパワー検出手段と、
前記パワー検出手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて
周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温
度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、
を備えたことを特徴とする熱処理装置。

11. 真空引き可能な処理容器と、
前記処理容器内に設置され、被処理体が載置され得る載置台と、
前記被処理体を同心円状の温度分布が形成されるように加熱する加熱部と、
前記加熱部へ電力を供給する電力供給手段と、
前記電力供給手段による前記加熱部へ供給されるパワー、または、前記加熱部
から放出されるパワー、を検出するパワー検出手段と、
前記パワー検出手段の検出値に基づいて、前記被処理体の中央部の温度が高くて
周縁部の温度が低いという温度分布を維持した状態で前記被処理体を所定の温
度にまで昇温するように、前記電力供給手段を制御する電力制御手段と、

を備えたことを特徴とする熱処理装置。

12. 前記パワー検出手段は、電流検出器、電圧検出器及び光量検出器のうちの少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項10または11に記載の熱処理装置。

13. 前記所定の温度は、前記被処理体の熱膨張率が十分に低くなって前記被処理体の反りが発生し難くなる反り安全温度であることを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の熱処理装置。

14. 前記所定の温度は、300℃以上の温度であることを特徴とする請求項7乃至12のいずれかに記載の熱処理装置。

15. 前記電力制御手段は、前記被処理体が前記被処理体の中央部から周縁部への熱移動速度よりも遅い昇温速度で昇温されるように、前記電力供給手段を制御可能となっていることを特徴とする請求項7乃至14のいずれかに記載の熱処理装置。

16. 前記電力制御手段は、操作量を制限するためのリミッタ部を含んでいることを特徴とする請求項7乃至15のいずれかに記載の熱処理装置。

17. 前記リミッタ部は、前記被処理体の昇温時に、操作量が飽和しないように、固定的なりミッタ定数で、前記操作量にリミッタ処理を施すようになっていることを特徴とする請求項16に記載の熱処理装置。

18. 前記リミッタ部は、前記被処理体の昇温時に、操作量が飽和しないように、可変的なりミッタ値で、前記操作量にリミッタ処理を施すようになっている

る

ことを特徴とする請求項 16 に記載の熱処理装置。

19. 前記電力制御手段は、各ゾーン加熱部への操作量を制限するための複数のリミッタ部を含んでおり、

各リミッタ部は、いずれかのゾーン加熱部への操作量が飽和した時に、他のゾーン加熱部への操作量にリミッタ処理を施すようになっていることを特徴とする請求項 7 または 10 に記載の熱処理装置。

20. 前記リミッタ処理において用いられるリミッタ値は、飽和したゾーン加熱部に対する操作量と、当該ゾーン加熱部の飽和操作量と、の比に基づいて決定されるようになっている

ことを特徴とする請求項 19 に記載の熱処理装置。

1 / 15

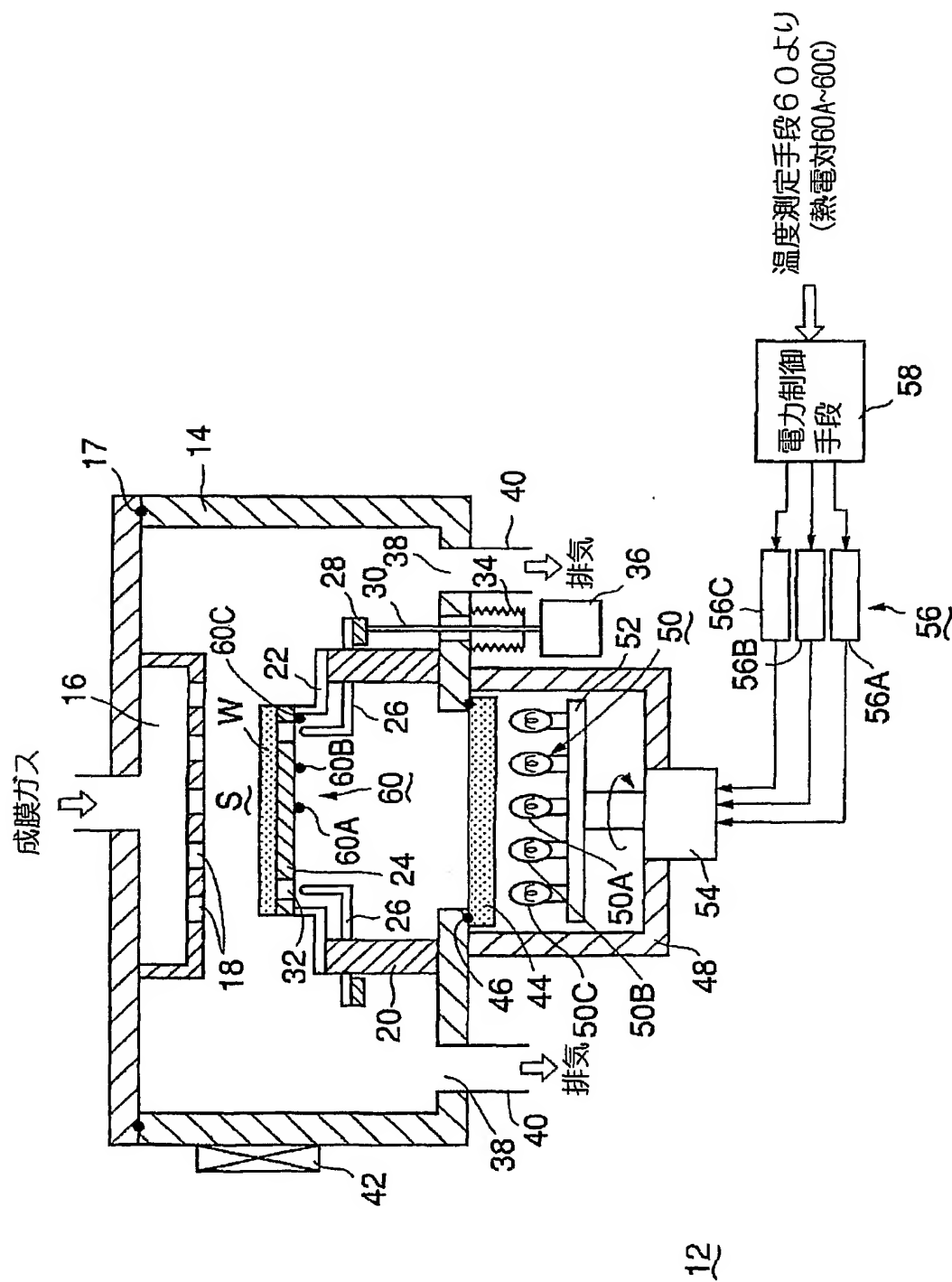


FIG. 1

2/15

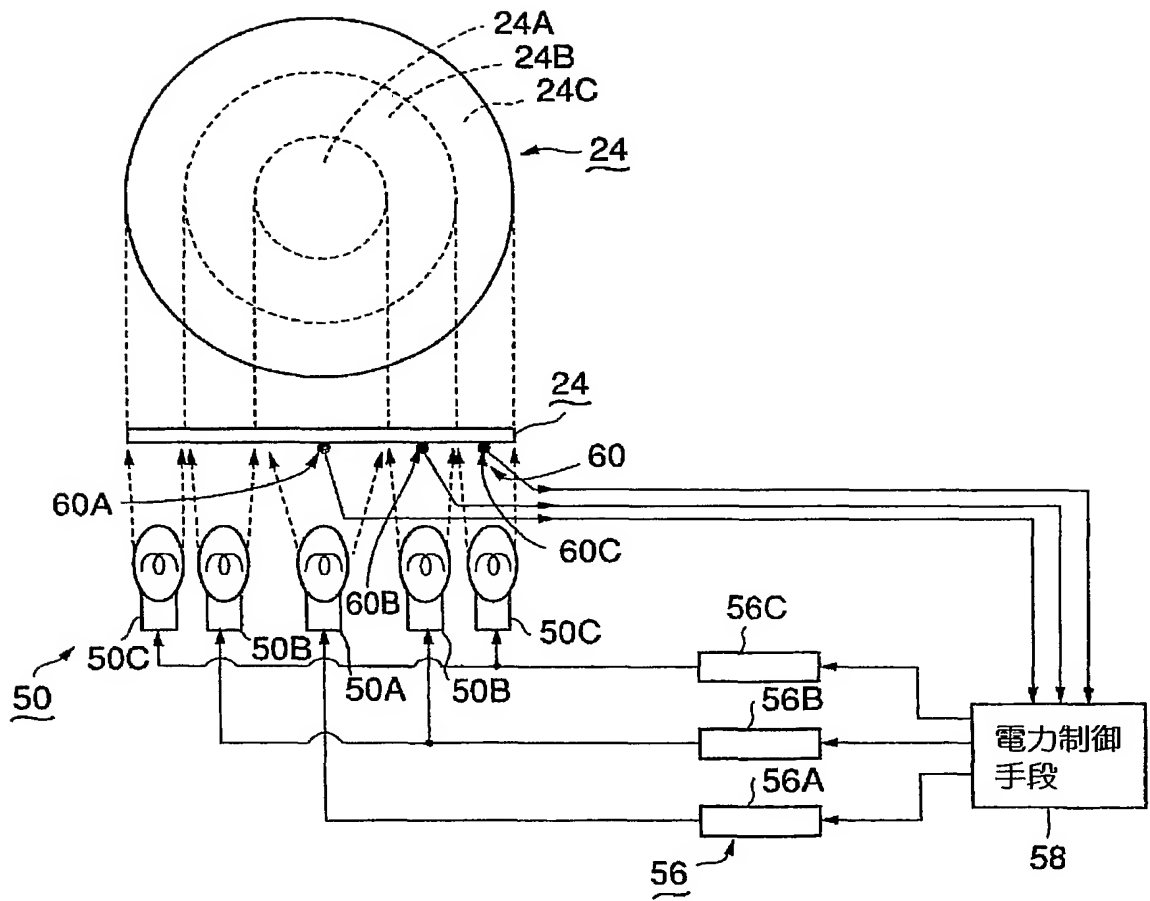


FIG. 2

3 / 15

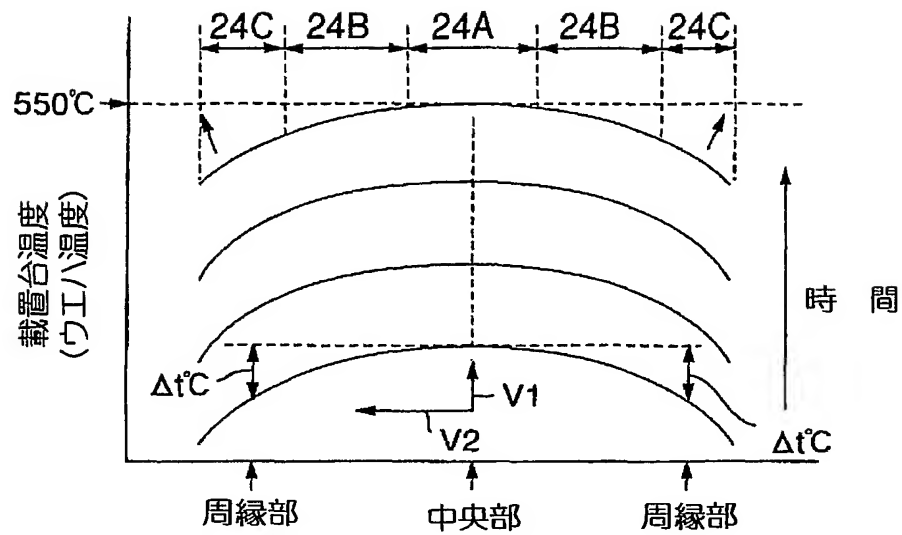


FIG. 3

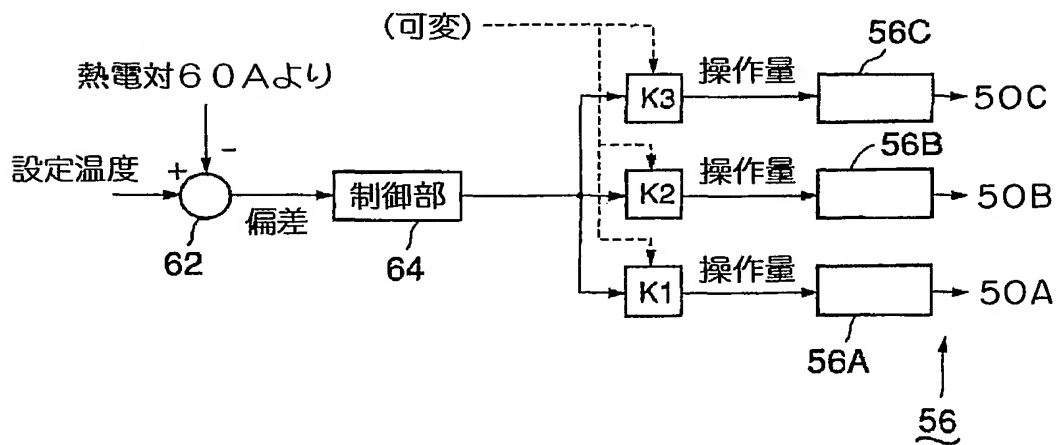


FIG. 4

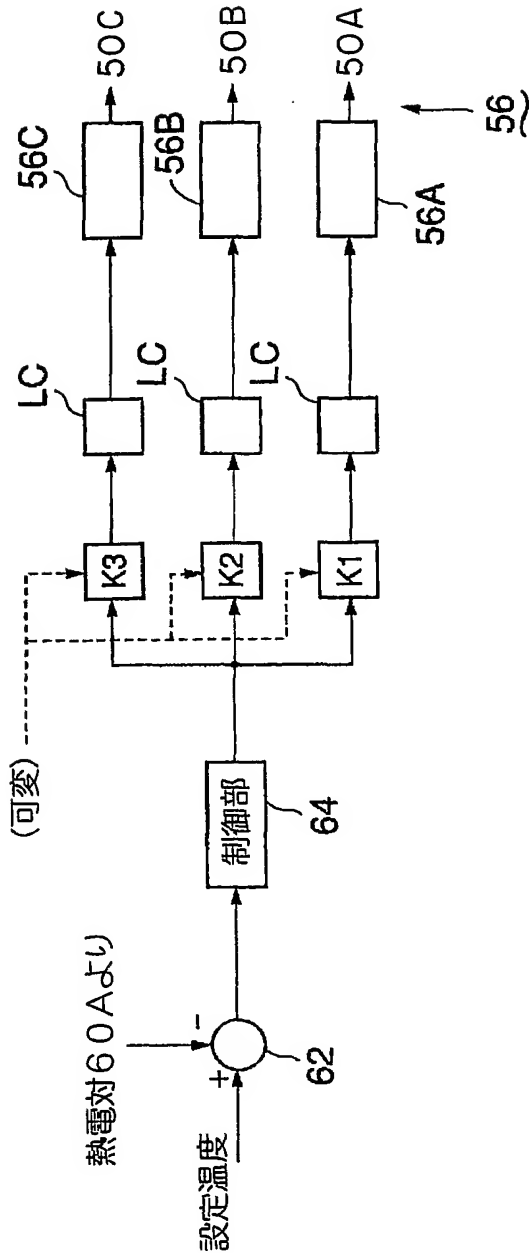


FIG. 5

5/15

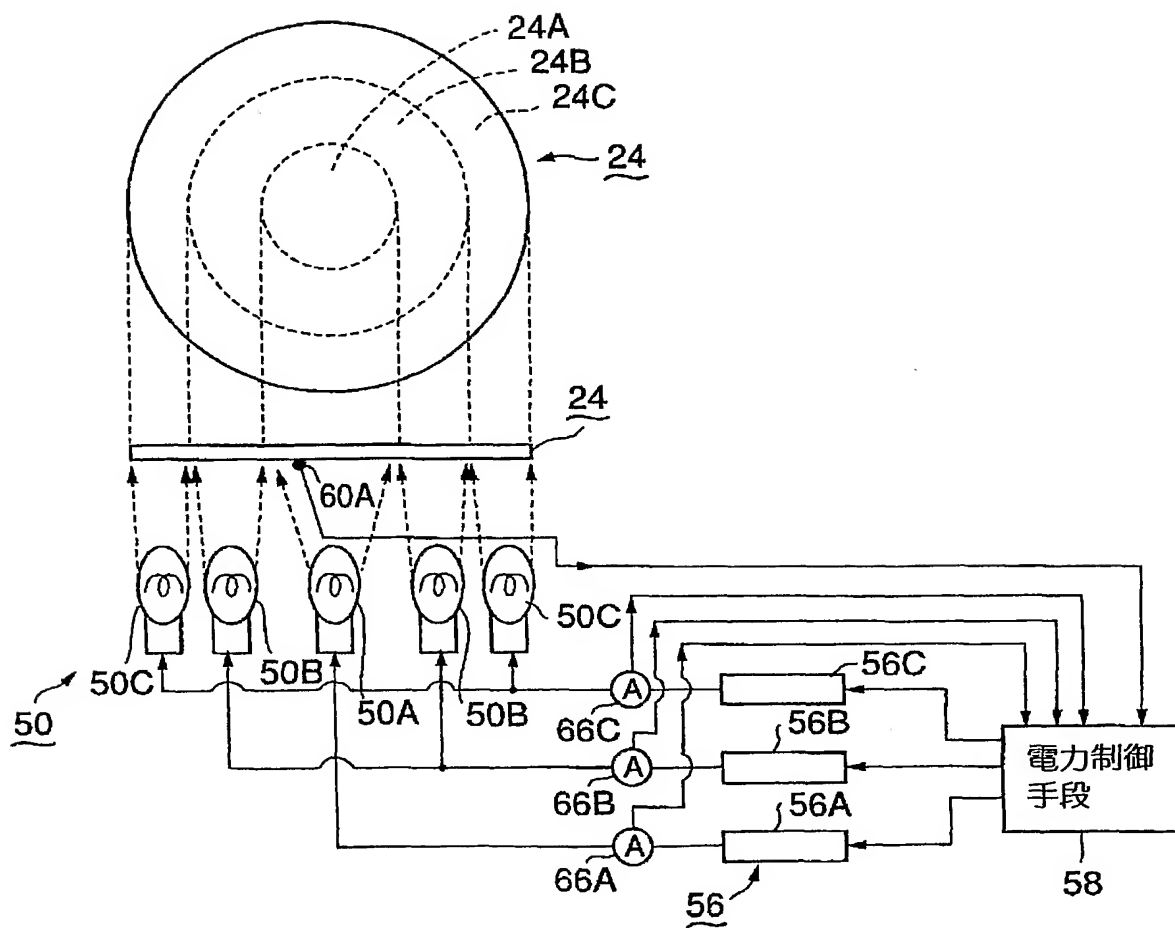


FIG. 6

6/15

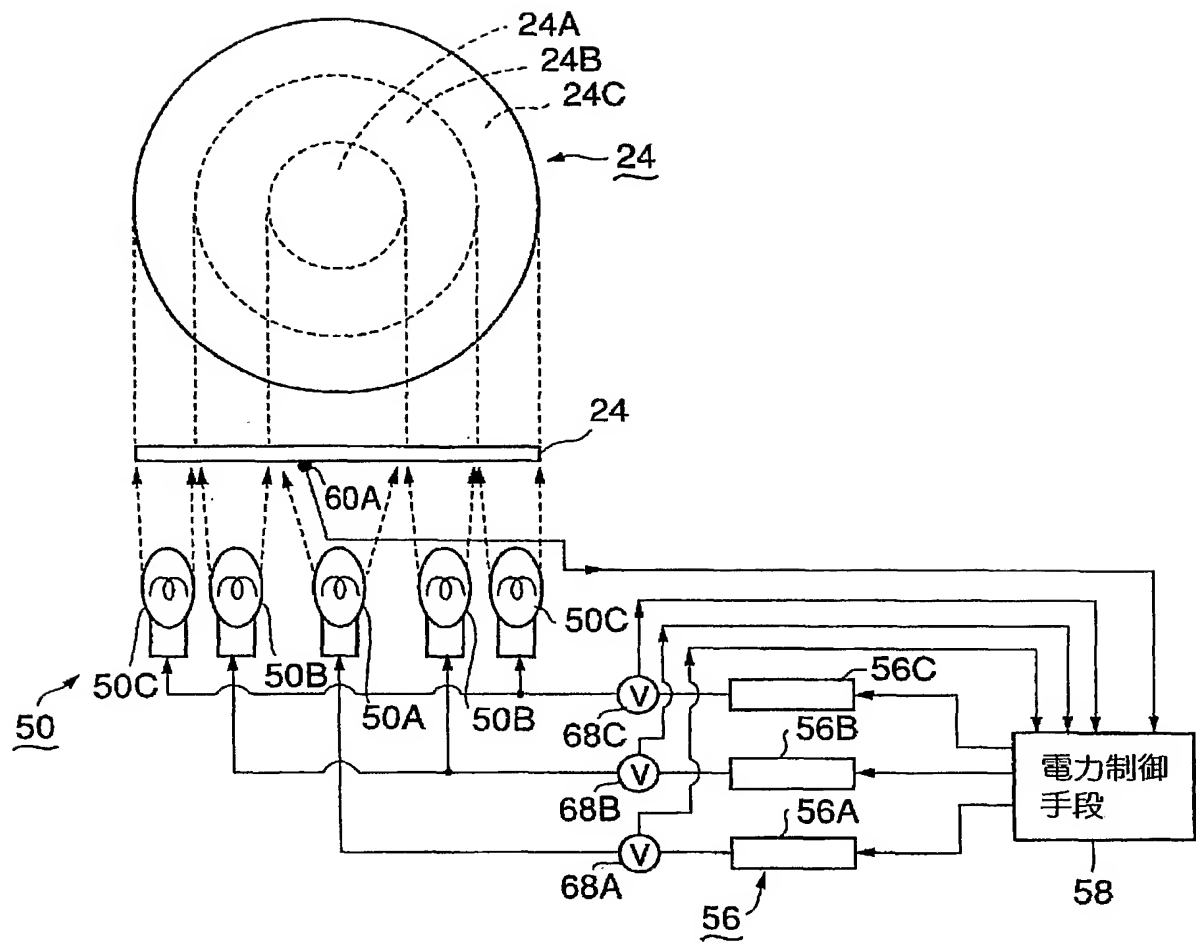


FIG. 7

7/15

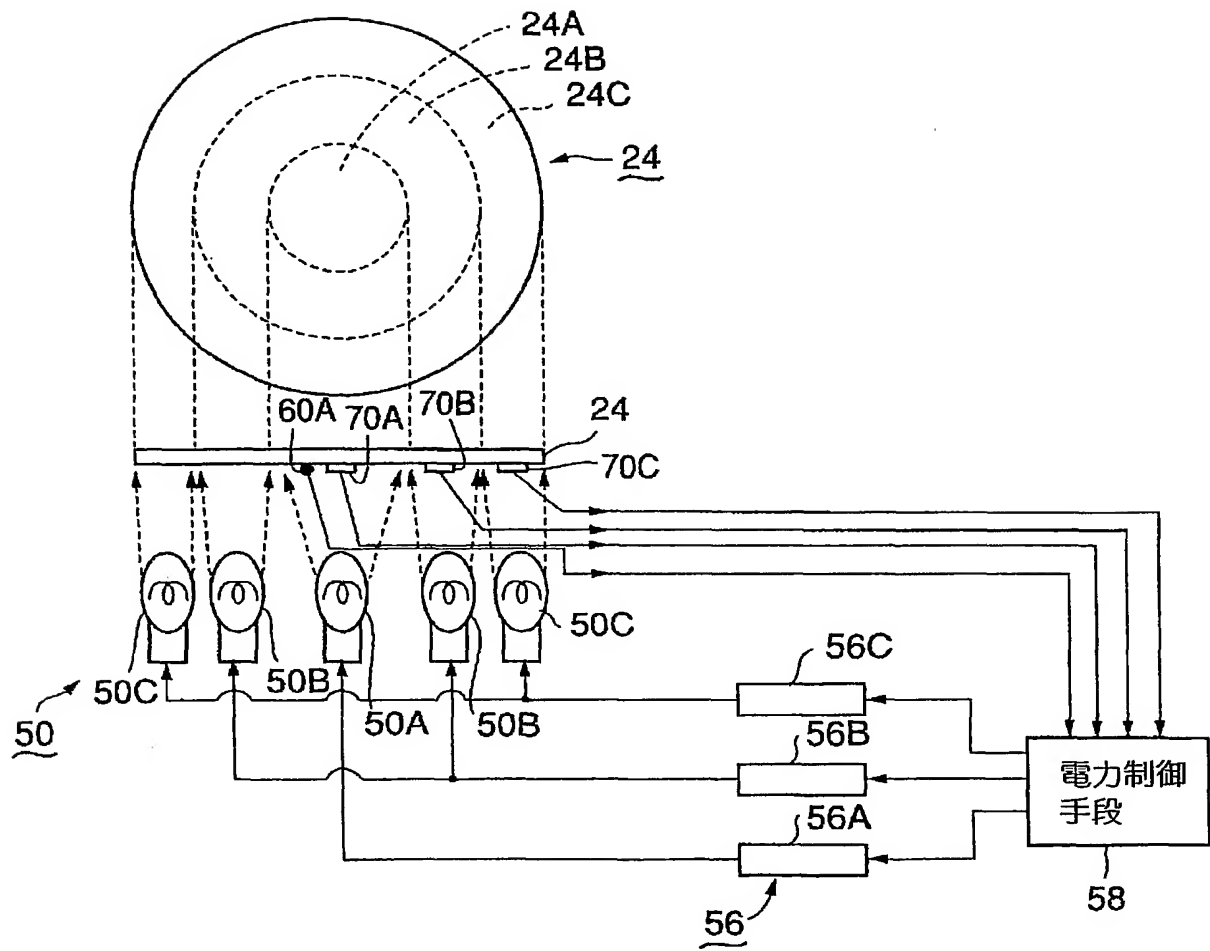


FIG. 8

8 / 15

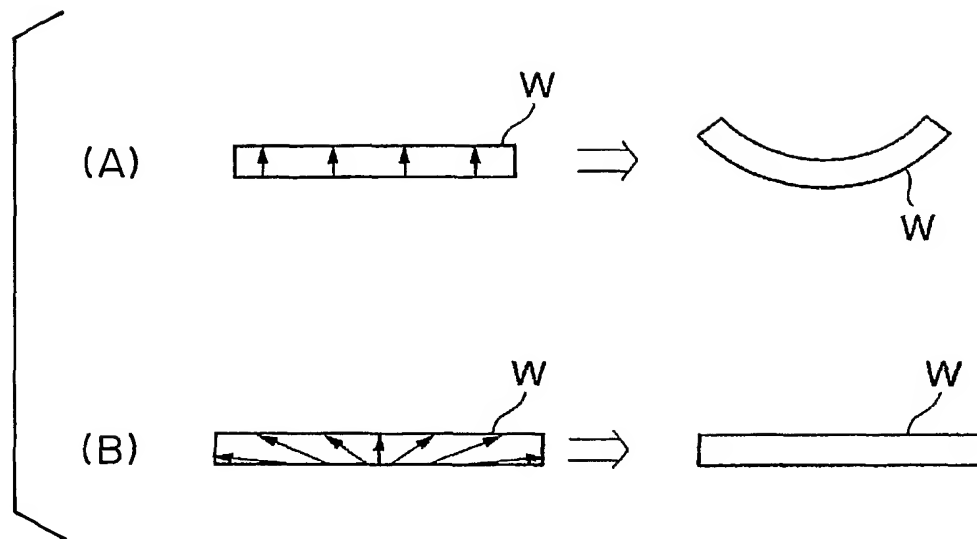


FIG. 9

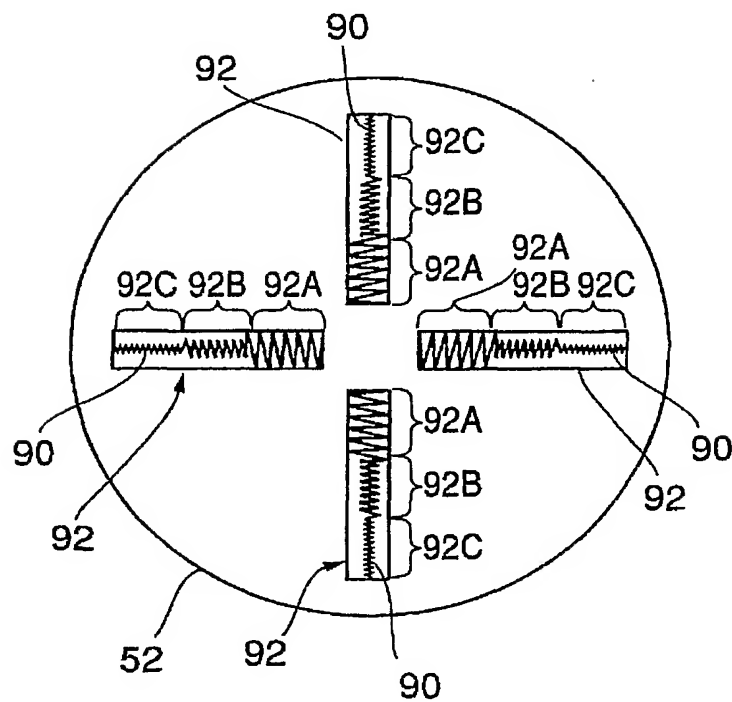


FIG. 10

9/15

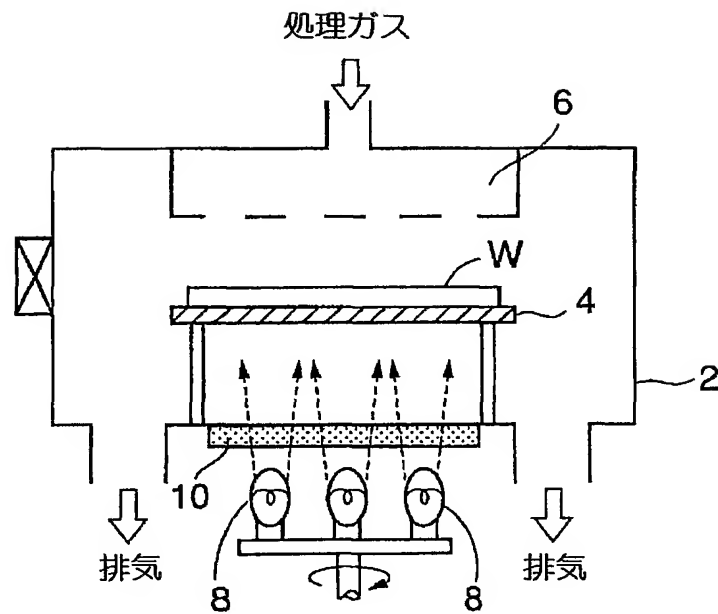


FIG. 11

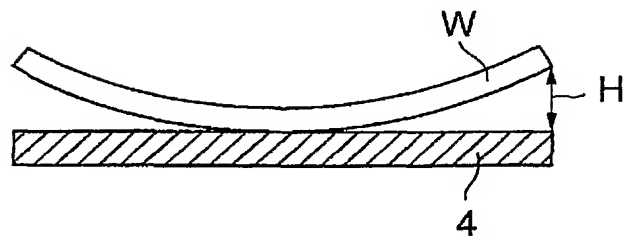


FIG. 12

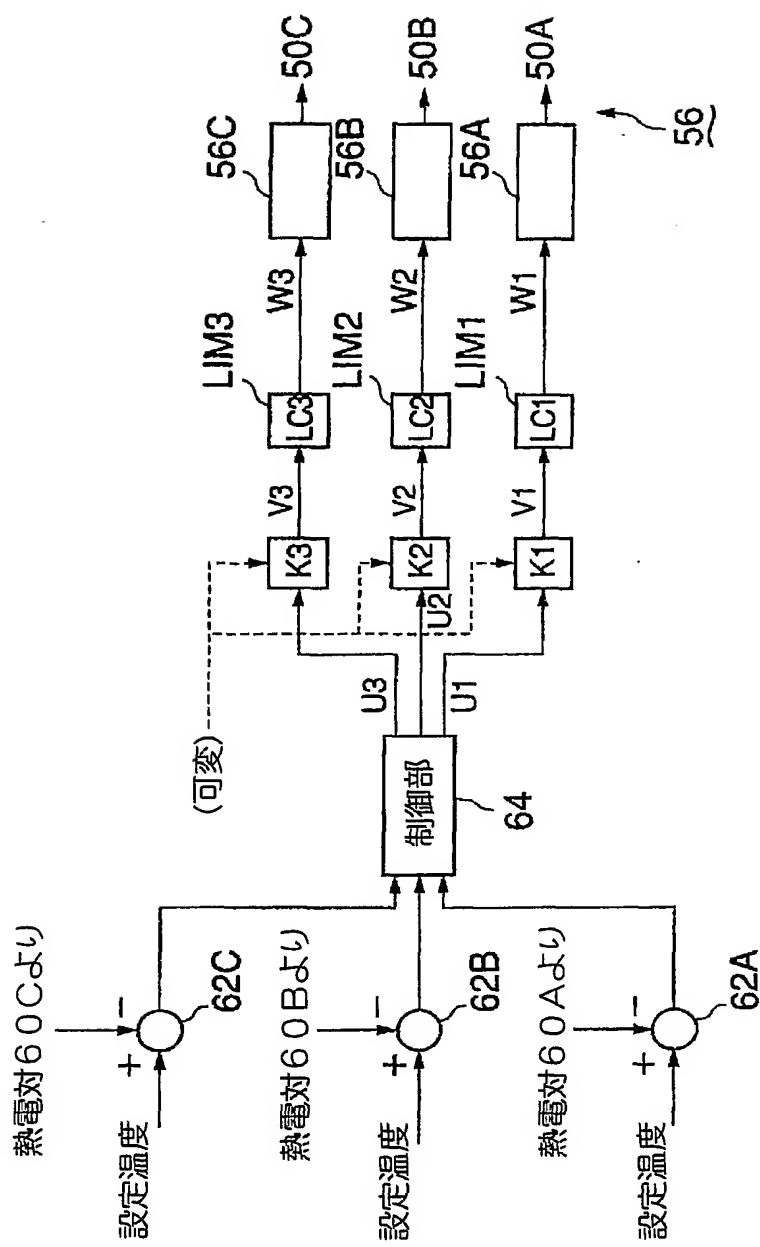


FIG. 13

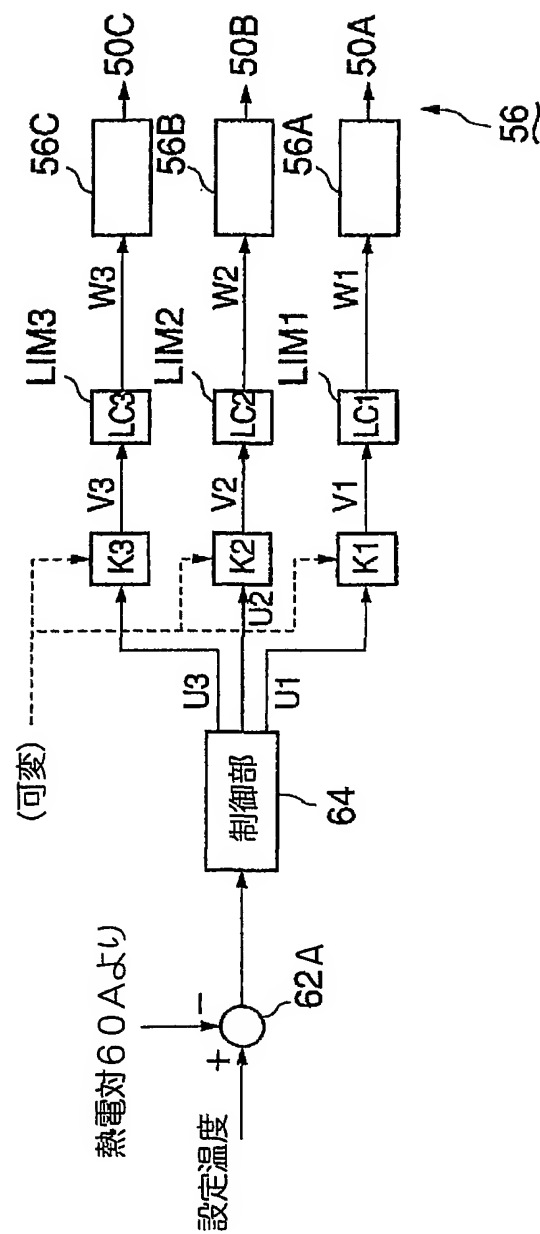


FIG. 14

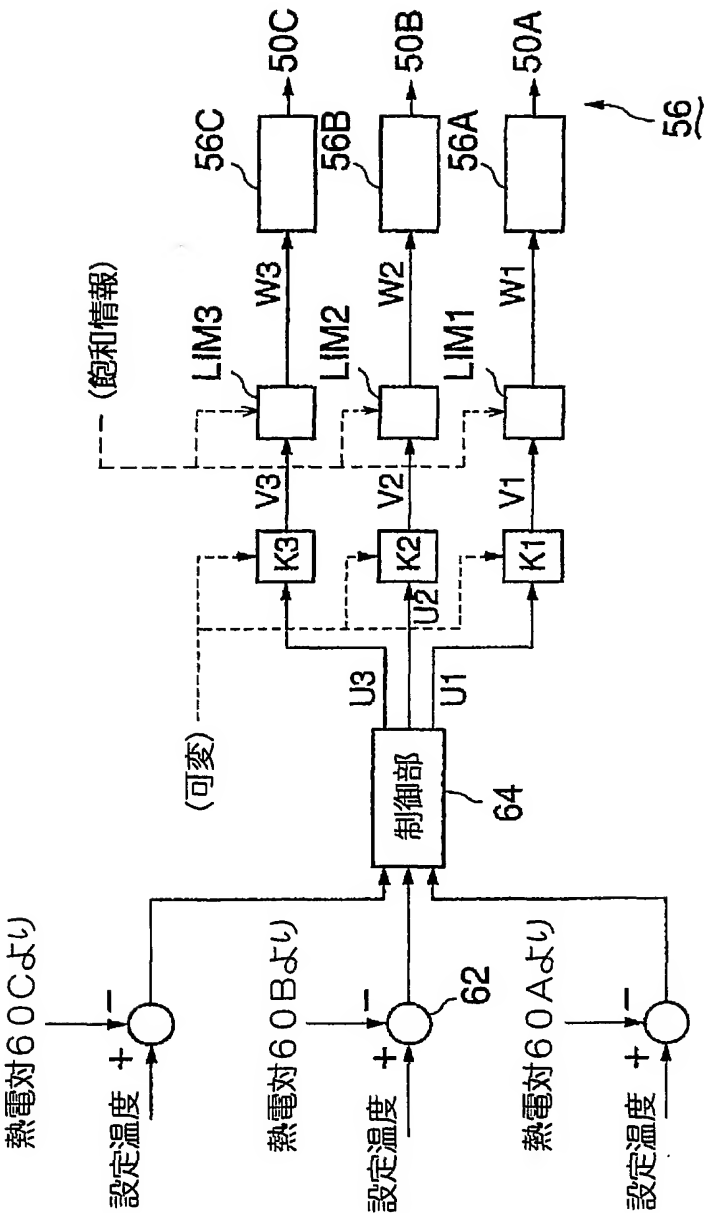


FIG. 15

13/15

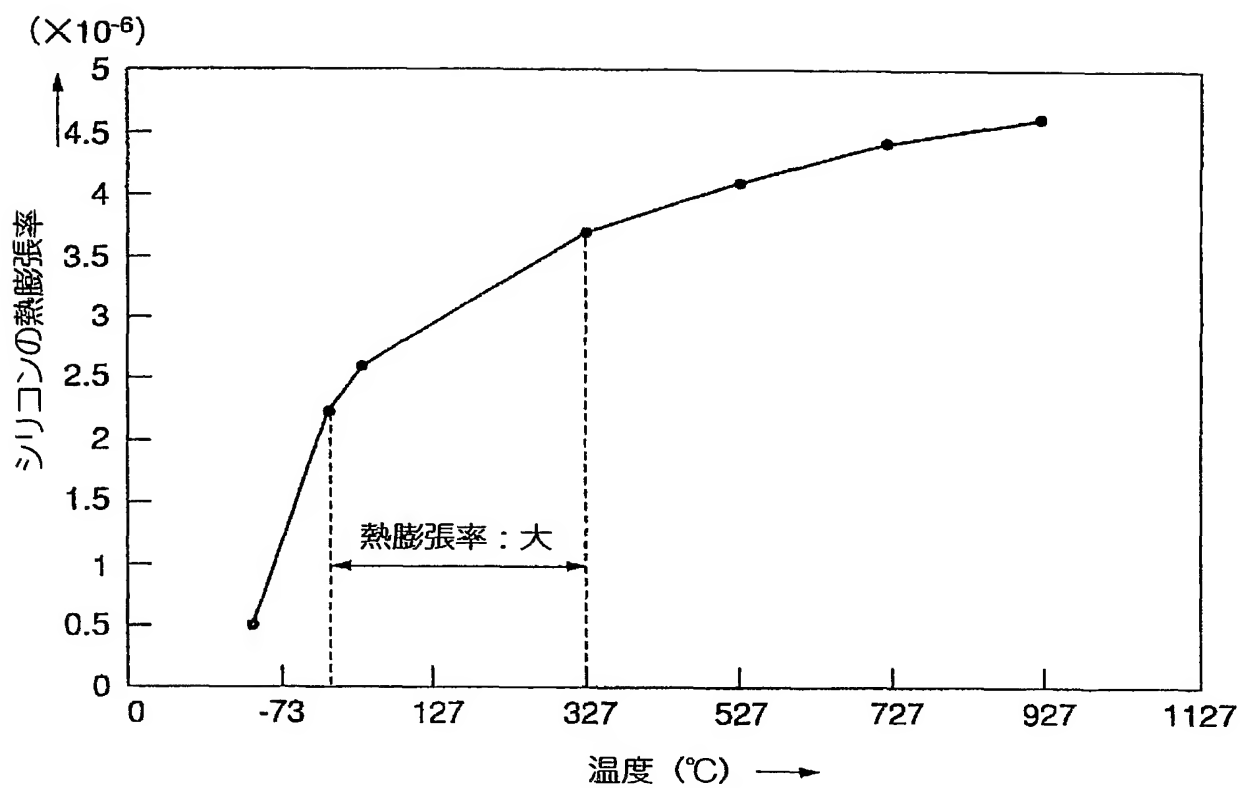


FIG. 16

14/15

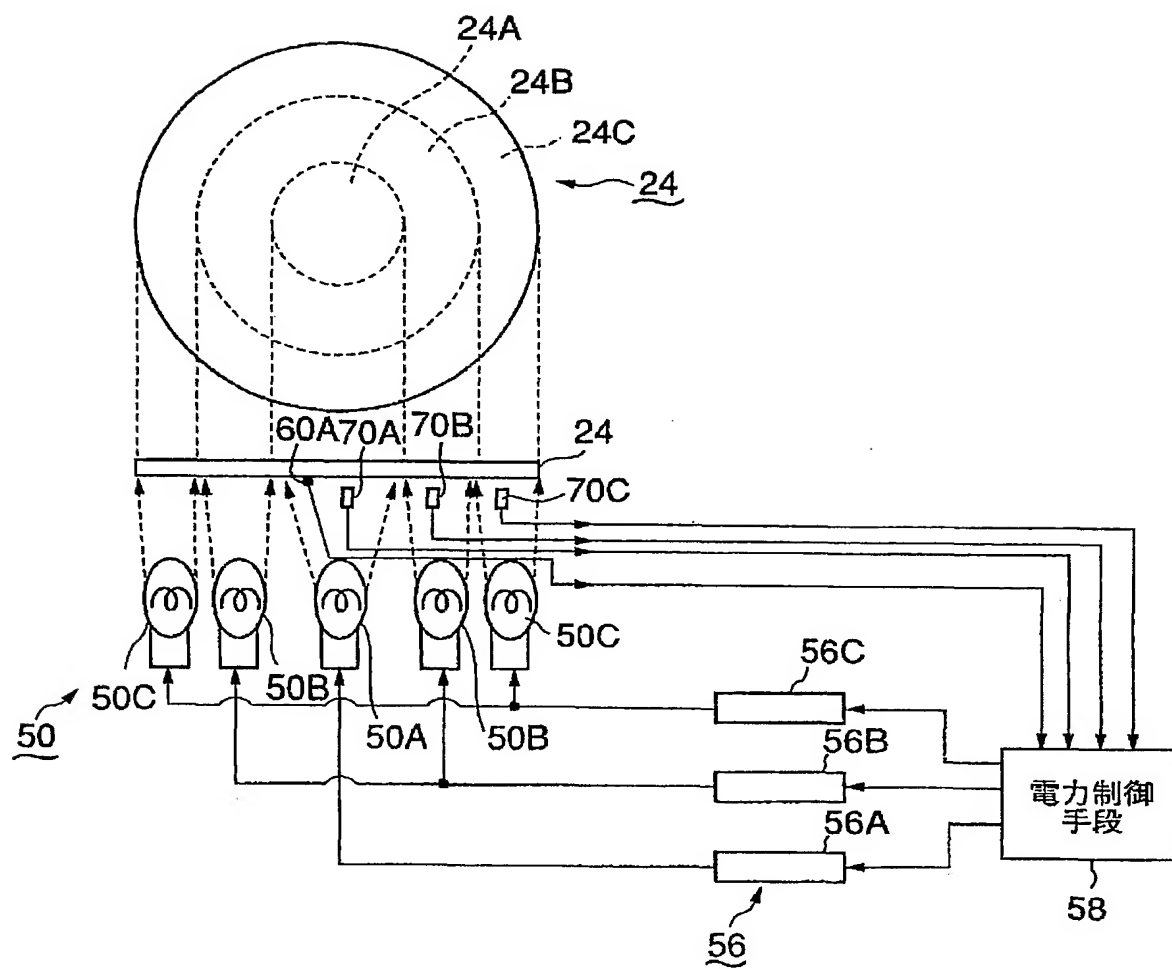


FIG. 17

15/15

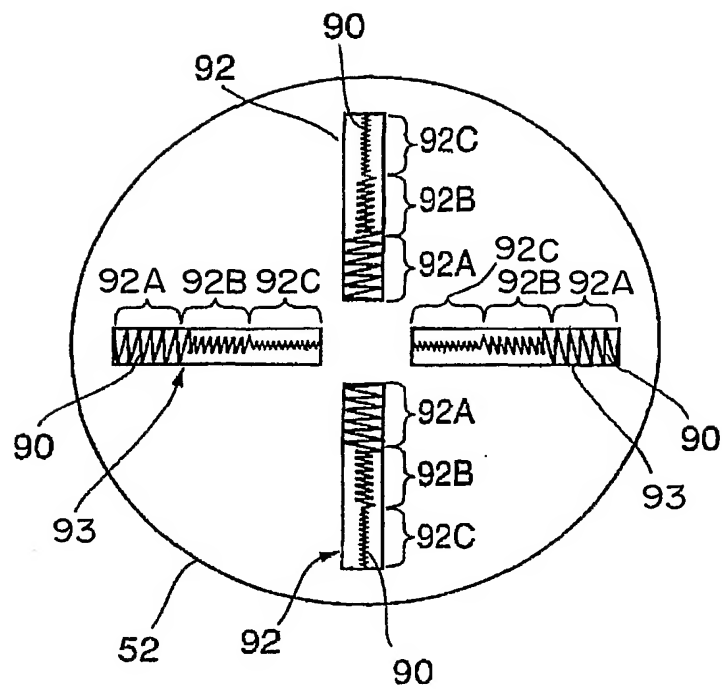


FIG. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326, H01L21/205,
H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 62-20308 A (Hitachi, Ltd.), 28 January, 1987 (28.01.87), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1, 3, 7-14
Y	Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	2, 15-20
X	JP 2-249227 A (NEC Corp.), 05 October, 1990 (05.10.90), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	4-6
Y	Noboru AKIYAMA, et al., "Critical Radial Temperature Gradient Inducing Slip Dislocations in Silicon Epitaxy Using Dual Heating of the Two Surfaces of a Wafer", Jpn. J. Appl. Phys., Vol.25, No.11, 20 November, 1986 (20.11.86), Pages 1619 to 1622	2, 15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance"E" earlier document but published on or after the international filing
date"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May, 2002 (10.05.02)

Date of mailing of the international search report

21 May, 2002 (21.05.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/01380

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-316811 A (Hitachi, Ltd.), 05 December, 1995 (05.12.95), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	16-20
A	US 5445675 A (Tel-Varian Ltd.), 29 August, 1995 (29.08.95), Full text; Figs. 1 to 10 & JP 6-224135 A Full text; Figs. 1 to 7 & JP 6-163419 A Full text; Figs. 1 to 4 & KR 241291 B1	1-20
A	JP 3-218624 A (Nippon Soken, Inc.), 26 September, 1991 (26.09.91), Full text; Figs. 1 to 33 (Family: none)	1-20
A	JP 2000-193375 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 14 July, 2000 (14.07.00), Full text; Figs. 1 to 19 (Family: none)	1-20
A	JP 6-333846 A (Canon Inc.), 02 December, 1994 (02.12.94), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	4-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L21/26-21/268, H01L21/322-21/326,
H01L21/205, H01L21/31

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 62-20308 A (株式会社日立製作所) 1987. 01. 28 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	1, 3, 7-14
Y	全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	2, 15-20
X	JP 2-249227 A (日本電気株式会社) 1990. 10. 05 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	4-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 05. 02

国際調査報告の発送日

21.05.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

萩原 周治

印

4L

9835

電話番号 03-3581-1101 内線 3496

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	Noboru AKIYAMA, et. al. , " Critical Radial Temperature Gradient Inducing Slip Dislocations in Silicon Epitaxy Using Dual Heating of the Two Surfaces of a Wafer" , Jpn. J. Appl. Phys. , VOL. 25, NO. 11, 1986. 11. 20 pp. 1619-1622	2, 15
Y	JP 7-316811 A (株式会社日立製作所) 1995. 12. 05 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	16-20
A	US 5445675 A (Tel-Varian Limited) 1995. 08. 29 全文, 第1-10図 & JP 6-224135 A 全文, 第1-7図 & JP 6-163419 A 全文, 第1-4図 & KR 241291 B1	1-20
A	JP 3-218624 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1991. 09. 26 全文, 第1-33図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2000-193375 A (大日本スクリーン製造株式会社) 2000. 07. 14 全文, 第1-19図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-333846 A (キャノン株式会社) 1994. 12. 02 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	4-6